

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ БЛОКОВ ТЭС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

*Хихлов Д. Д., Худякова Г.И.
УрФУ, hihlov.danil@gmail.com*

В настоящее время повышение эффективности в энергетической отрасли является одной из приоритетных задач. Решение вопросов энергосбережения на объектах генерации тепло- электроэнергии возможно за счет сокращения потерь. Одним из способов является использование теплонасосных установок (ТНУ). Предлагается использование ТНУ с использованием хладагентов для полезной утилизации низкопотенциальной теплоты циркуляционной воды конденсатора паровой турбины ТЭС для выработки тепловой энергии, которая может быть направлена тепловому потребителю.

Конденсационная электростанция (КЭС) – это станция, которая производит только электрическую энергию. Главным недостатком КЭС является низкий КПД. Только 35-40 % теплоты, полученной при сжигании топлива, идет на производство электроэнергии. Основные потери теплоты происходят в конденсационной установке (обычно 40-50 %). Также сильно увеличиваются затраты на собственные нужды, т.к. приходится перекачивать большие объемы охлаждающей воды. Так, для турбины $N_3=300$ МВт требуется около $36000 \text{ м}^3/\text{ч}$ охлаждающей воды. При этом охлаждающая вода нагревается только на $8-12^\circ\text{C}$, это делает невозможным ее использование в хозяйственных или промышленных целях.

Турбоустановка Т-110-130, разработанная ОАО «УТЗ» [1], предназначена для работы в теплофикационном и конденсационном режимах. Данные паровые турбины предназначены для вновь строящихся и расширяемых ТЭЦ больших и средних городов.

Поскольку первоначально для этих ТЭЦ не всегда точно известна тепловая нагрузка, или она не обеспечивается в первые годы эксплуатации турбины, то турбина Т-100 проектировалась с некоторой долей универсальности, т.е. она достаточно экономична как при работе с различными тепловыми нагрузками, так и на чисто конденсационных режимах. Турбина может работать на режимах теплового графика с охлаждением встроенных пучков конденсаторов как подпиточной, так и сетевой водой.

При работе в теплофикационном режиме (рис. 1) потери теплоты в окружающую среду минимальны, так как тепло пара частично отбирается из цилиндров турбины для подогрева сетевой (горячей) воды для потребителей. При работе же в конденсационном режиме, теплота отработавшего в турбине пара после охлаждения его в конденсаторе выбрасывается в окружающую среду, что обусловлено выдачей большего количества полезной мощности (электроэнергии).

В качестве примера была рассмотрена работа турбины Т-100-130, установленной с котлом ТГМ-96 на Среднеуральской ГРЭС и работающей в конденсационном режиме.

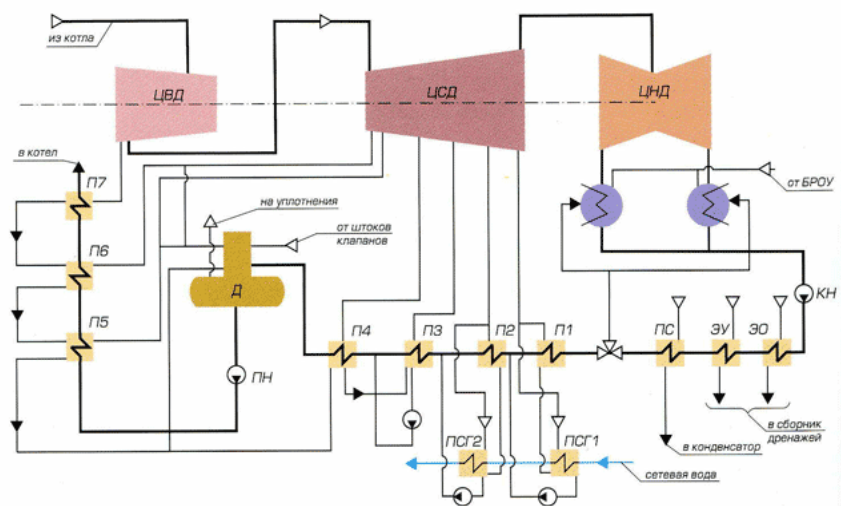


Рис 1. Принципиальная тепловая схема турбоустановки с паровой турбиной

Параметры турбины:

- $N_3=130 \text{ МВт.}$
- $P_0=130 \text{ кгс/см}^2.$
- $t_0=555 \text{ }^\circ\text{C.}$
- $G_{\text{охл}}=16000 \text{ м}^3/\text{ч.}$
- $t_{\text{охл}}=20 \text{ }^\circ\text{C.}$
- $\Delta t=10 \text{ }^\circ\text{C.}$

Подведенная в цикле теплота составит:

$$Q_T = D_0 \cdot (I_0 - I_{\text{пв}}) = 485000 \cdot (837,5 - 237,5) = 291 \text{ Гкал/ч.}$$

Расчеты приведены в соответствии с нормативным методом расчета [2].

При этом в конденсаторе будет отдано 40 %, т.е. $Q_K=116,4 \text{ Гкал/ч.}$

Для сравнения: в микрорайоне Академический г. Екатеринбурга, по данным на сентябрь 2013 года, стоимость 1 Гкал составляет 1020 руб. Т.е. каждый час в конденсаторе одного блока ТЭС безвозвратно теряется теплоты на 118,7 тыс. руб.

Очевидно, что повышение доли используемой теплоты пара за турбиной приведет к сокращению потерь в окружающую среду и, как следствие, к повышению тепловой эффективности ТЭС в целом. Чтобы решить данную проблему, требуется использовать современное теплообменное оборудование. Однако для получения полезной тепловой энергии требуется исходное рабочее тело с высокими параметрами, как, например, пар из отборов турбины, который применяется для подогрева сетевой воды. Таким оборудованием может быть тепловой насос. Одним из способов использования этой теплоты является установка теплового насоса после турбины.

Тепловой насос – устройство для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии к потребителю с более высокой температурой. В этом случае конденсатор будет являться испарителем – теплообменным аппаратом, утилизирующим низкопотенциальную теплоту, а конденсатором будет называться теплообменник, выделяющий для потребителя теплоту.

Главным достоинством тепловых насосов является то, что они очень экономичны: для передачи в систему отопления 1 кВт·ч тепловой энергии установке необходимо затратить всего 0,2-0,35 кВт·ч электроэнергии.

Тепловой насос разделен на две части (рис. 2): область низкого давления и область высокого давления. Теплоноситель (хладагент), движущий по замкнутому контуру, забирает тепло от источника (3) и направляется в компрессор (4), в котором он сжимается и за счет этого повышается его температура. Далее хладагент отдает тепло потребителю (1) и затем проходит через дроссельное устройство (2), где его давление снижается и он остывает.

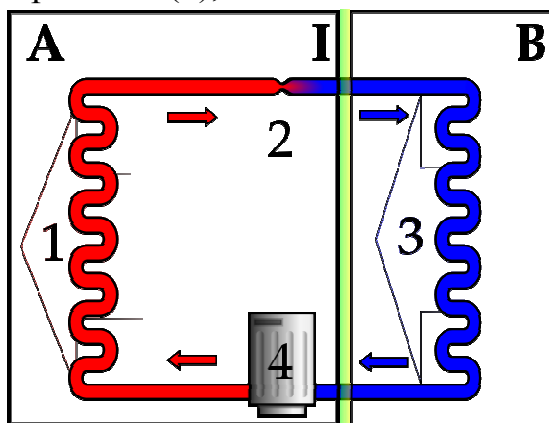


Рис. 3. Схема теплового насоса

Применение теплового насоса в схеме тепловой станции, работающей в конденсационном режиме, приведено на рис. 3. Как было сказано выше, рассмотрена возможность использования низкопотенциальной теплоты пара, отработавшего в турбине. Соответственно этот пар будет являться источником. Потребителем же в этом случае может быть, например, сетевая вода для нужд отопления и горячего водоснабжения.

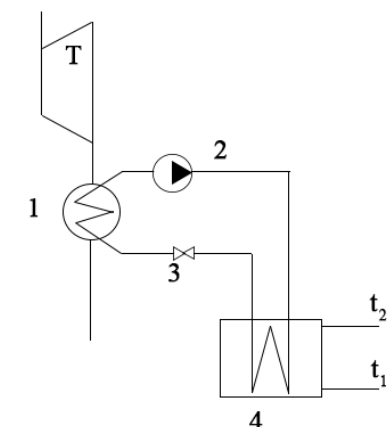


Рис. 4. Схема включения ТНУ в цикл ТЭС:

- 1 – испаритель; 2 – компрессор;
- 3 – дроссельное устройство; 4 – конденсатор (подогреватель сетевой воды)

Преимущества теплового насоса перед конденсатором заключаются в следующем:

1. Тепловая энергия не выбрасывается в окружающую среду, а полезно используется
2. Температура хладагента не зависит

от температуры окружающей среды (в отличие от охлаждающей воды конденсационной установки)

3. Возможность уменьшения объема охлаждающей среды (в сравнение с охлаждающей водой) за счет большей удельной теплоемкости хладагента.

Из приведенных данных видно, что использование ТНУ в качестве утилизатора теплоты после турбины позволяет повысить эффективность цикла в целом, сократить потери в окружающую среду и получить полезную продукцию – тепловую энергию, выработка которой не предусмотрена в конденсационном цикле.

Библиографический список

1. http://www.utz.ru/cgi-bin/catalog/viewpos.cgi?in_id=8§ion=1
2. Тепловой расчет котлов: нормативный метод. 3-е изд., доп. и перераб. СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.